

ゴム支承 (LRB) の経年劣化と終局変形性能および常時性能試験

埼玉大学理工学研究科 正会員 ○党 紀 京都大学工学研究科 正会員 五十嵐 晃
 京都大学工学研究科 学生会員 東出 知大 阪神高速道路(株) 正会員 足立 幸郎
 阪神高速道路(株) 正会員 林 訓裕 阪神高速道路(株) 正会員 甲元 克明

1. はじめに

鉛プラグ入り積層ゴム支承 (LRB) の経年劣化が、性能に与える影響が懸念されている。鉛プラグの突出等が生じた LRB を実橋より取り出し、その残存性能を調査するために実施した力学試験のうち、終局変形性能および常時性能を評価するための载荷試験とその主要な結果について述べる。



図1 LRBの経年劣化による損傷

2. 実験計画

残存性能試験の対象となる LRB は、前報と同様、阪神高速 15 号堺線 P181 橋脚において平成 7 年の支承取替工事以来 15 年間供用されたものを取出した支承 (回収品) である。ゴム層の平面寸法は $350\text{mm} \times 550\text{mm}$ 、ゴム総厚は $14\text{mm} \times 5 \text{ 層} = 70\text{mm}$ であり、形状係数は $S_1=7.64$ 、 $S_2=5$ である。 $\phi 55\text{mm}$ の鉛プラグが 4 本使用されている。

図に载荷装置の概要図を示す。試験体は、水平軸方向のみに可動となるようにリンク機構で拘束支持された载荷はりを介し、 2000kN 水平アクチュエータによりせん断载荷を行うとともに、ストッパーにより水平方向に拘束された下側载荷テーブルと 4 本の 200kN 油圧ジャッキにより死荷重反力相当の 500kN の鉛直荷重を試験体に与える。

(1) 終局変形性能試験：一定の鉛直荷重を与えながら、試験体の破断まで静的な単調载荷を行う。水平に橋軸方向 (支承の短軸方向) に 0.5mm/s の速度

で水平変位を増加させるものとした。終局変形性能試験は、劣化支承および新規製造の同等品 (リファレンス支承) を対象として実施した。

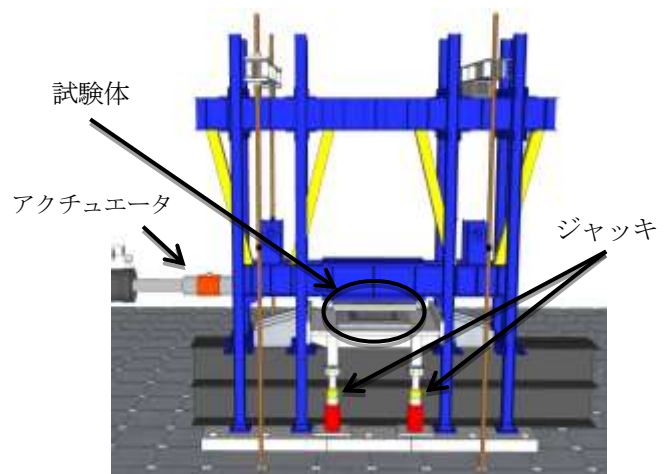


図2 载荷装置

(2) 常時供用性能試験：桁の温度伸縮による支承変形に対する残存性能を評価することを目的とした、低速繰り返しせん断疲労試験に相当する载荷を行う。一年間あたりの桁の温度伸縮による支承変形の累積変位に基づき、振幅 70%せん断ひずみの 50 サイクルの载荷に対応させるものとし、これを 1 セットとする。50 年間の供用に対応する 50 セットまでの载荷を計画する。

3. 実験結果

(1) 終局変形性能試験：試験で得られた水平せん断応力-せん断ひずみ関係を図 3 に示す。破断は、いずれもゴム層内で生じていた。劣化支承では、経年劣化によるゴムの硬化に起因すると考えられる剛性の増加が見られる。ゴムの破断の発生時の荷重は両者ともほぼ同じレベルであり、終局時せん断ひずみ

キーワード ゴム支承、経年劣化、健全性、鉛プラグ、破断ひずみ

連絡先 〒338-8570 さいたま市桜区大字下大久保 255 埼玉大学理工学研究科環境システム工学系専攻 TEL 048-848-3352

が劣化支承の方がやや小さい値となったのは、主にこの効果によるものと考えられる。劣化支承およびリファレンス支承について、ゴム体の破断を基準とした終局せん断変形性能は、それぞれ 274%, 329%であった。両支承ともに 250%以上または設計変位以上の終局変形能力を満たしている。

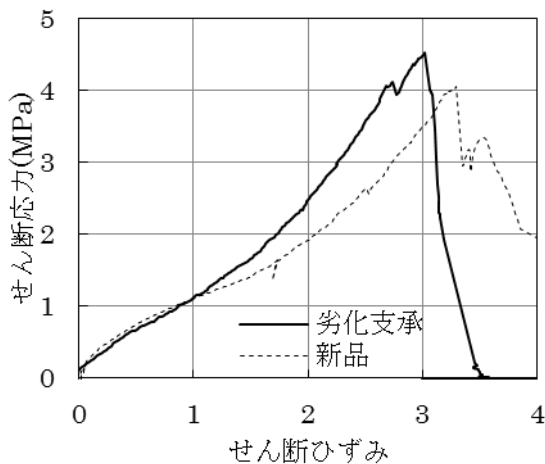


図1 終局性能のための単調荷重実験の結果



図2 劣化支承の破断



図3 リファレンス支承の破断

ゴム破断時の状況を、図4および図5に示す。これらの写真より確認できるように、リファレンス支承については、破断に伴い鉛プラグが抜け出す挙動が観察されるが、劣化支承では破断断面において鉛プラグも分離しているという相違が見られる。

(2) 常時供用性能試験：現時点まで、15年に相当する15セットの荷重まで完了した。鉛プラグの突出があった荷重方向面の試験体表面の被覆ゴムからは、荷重の進行とともに分離した鉛の粉末が少量づつ排出されているが、図に示すように履歴曲線は安定しており著しい変動は見られない。なお、このせん断ひずみ70%での正負交番荷重による履歴復元力曲線からは、等価剛性 $k_{eq}=2.4$ kN/mm, 等価減衰 $h_{eq}=0.091$, 切片荷重 $Q_d=20$ kN との結果が得られている。

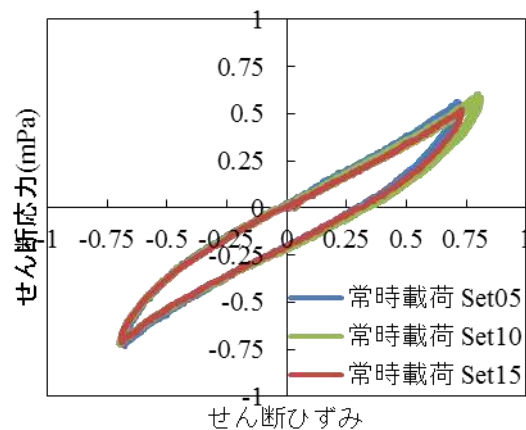


図6 常時性能70%正負交番荷重実験

4. まとめ

15年間供用された鉛プラグ入りゴム支承(LRB)は、終局変形性能については250%以上または設計変位以上の基準値を満たしている。ゴム破断時の水平荷重およびせん断応力は新規製造の同等品とほぼ同一であった。ただし、経年劣化によるゴムの硬化のため剛性が増加し、終局変形性能は結果的に新規製造の同等品に比べやや低下している。残存常時供用性能については、少なくとも15年相当の荷重の時点では復元力特性の著しい変動は見られず安定な挙動が得られている。